

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, же Высoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, же оdevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě :

.....

podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Radek Lisztwan

Adresa trvalého bydliště autora práce:

Lípová 315, Český Těšín – Mosty 735 62

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

LISZTWAN, R. Montážní stůl: bakalářská práce. Ostrava: VŠB Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra částí a mechanismů strojů, 2011, 41s.

Vedoucí práce: Szlachta, T.

Tato bakalářská práce se zabývá konstrukčním návrhem montážního stolu. V úvodu je uveden stručný přehled montážních stolů, jak celou – kovových, tak dřevěných pro dřevo dílny, speciálních jednoúčelových nebo univerzálních, skládacích, např. pro hobby využití. V další části je uvedena tabulka výhod a nevýhod těchto typů konstrukčních řešení montážních stolů, ze kterých jsem vybral jednu variantu. U této vybrané varianty jsem zvolil více možností jednotlivých částí stolu, ze kterých jsem vybral dle mého názoru nejlepší řešení. Po zvolení všech potřebných věcí jsem začal s pevnostním návrhem hlavních částí stolu a volbu některých částí na základě vlastních zkušeností. K práci je přiložen sestavný výkres a jeden výrobní výkres zvolené části stolu.

ANNOTATION OF BACHELOR THESIS

LISZTWAN, R. *Assembly table: Bachelor thesis*. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Engineering, Department of Machine Parts and Mechanisms, 2011th, 41p. Thesis head: Szlachta, T.

This bachelor thesis is looking at the structural design of mounting table. The introduction gives a brief overview of assembly tables, such as whole – metallic; wooden and wooden for wood workshops ; special single purpose or multipurpose desks; folding tables , such as for hobby use. The next chapter presents a table of advantages and disadvantages of these desks' structural designs. I have selected one of the desks' structural design based on benefits and weaknesses shown in the table. For this specific desk I have chosen possible variation of the desk's parts, from which I have decided on one final alternate desk design that I believe is the best combination. After finalizing the selection of necessary things, I began to focus on the solidity proposal of the main part of the desk and deciding on its parts base on my own experience. The documentation includes assembly drawing and one construction drawing of a chosen part of the desk.

Obsah:

Seznam použitých symbolů a značek	7
0 ÚVOD	11
1 ERGONOMIE	12
2 PŘEHLED SOUČASNÉ NABÍDKY STOLŮ	14
3 VOLBA TYPU A KONSTRUKCE STOLU.....	20
3.1 Volba materiálu nosné konstrukce.....	20
3.2 Volba jednotlivých částí stolu.....	21
4 PEVNOSTNÍ VÝPOČTY	23
4.1 Schéma navrženého rámu stolu	23
4.2 Rozbor zatěžujících sil.....	23
4.3 Pevnostní návrh nohy stolu a jejích částí.....	24
4.3.1 Rozbor zatížení a napětí působící na nohu stolu.....	24
4.3.2 Rozbor zatížení a napětí působící na pouzdra a čep nohy	26
4.4 Pevnostní návrh podélného nosníku	27
4.4.1 Rozbor zatížení a zjednodušený model podélného nosníku	27
4.5 Pevnostní návrh příčnicku	28
4.5.1 Rozbor zatížení a zjednodušený model příčnicku	28
4.5.2 Pevnostní návrh spojovacích šroubů.....	29
4.5.3 Pevnostní kontrola šroubu	30
4.5.4 Pevnostní kontrola distanční trubky v příčnicku	31
4.6 Pevnostní výpočty svarů	32
4.6.1 Výpočet šikmého spojovacího svaru dle	32
4.6.3 Výpočet svarů přídržných desek příčnicků	35
5 ZÁVĚR	39
6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	40
7 SEZNAM PŘÍLOH.....	41

Seznam použitých symbolů a značek

Symbol	Význam	Jednotka
E	modul pružnosti v tahu	MPa
$F_{mbř}$	síla od hmotnosti břemene	N
F_{md}	síla od hmotnosti desky	N
F_{kr}	kritická síla	N
F_n	normálová síla	N
F_o	osová síla ve šroubu	N
F_t	tečná síla	N
F_z	síla působící na závit	N
F_1	síla působící na nohu stolu	N
F_2	síla působící na podélný nosník	N
F_3	síla působící na příčník	N
J_{min}	minimální centrální kvadratický moment	mm ⁴
J_p	polární moment setrvačnosti svaru k T	mm ⁴
J_p'	osový moment setrvačnosti svaru k T	mm ⁴
J_x	osový moment setrvačnosti k ose x	mm ⁴
M_k	kroutící moment	Nmm
M_{k1}	kroutící moment od síly $F_{3/2}$	Nmm
M_{oF2}	ohybový moment od síly F_2	Nmm
M_{oF3}	ohybový moment od síly F_3	Nmm
$M_{oF3/2}$	ohybový moment od síly $F_{3/2}$	Nmm
P	rozteč závitu	mm
Re	mez kluzu materiálu 11 523	MPa
Re_{ξ}	mez kluzu materiálu šroubu	MPa
$S_{\check{c}}$	průřez čepu nohy	mm ²
S_{dis}	plocha distanční trubky	mm ²
$S_{sv}; S_{sv1}; S_{sv2}$	plocha svaru	mm ²
S_{ξ}	nosná plocha jádra šroubu	mm ²
S_{ξ}'	nosná plocha jádra šroubu předběžná	mm ²
S_1	plocha Jäcklu 30 x 30 x 2,5	mm ²
S_2	plocha Jäcklu 25 x 25 x 3	mm ²

Symbol	Význam	Jednotka
T	těžiště	-
W_k	modul průřezu v krutu	mm^3
W_{k1}	modul průřezu v krutu svaru	mm^3
W_o	modul průřezu v ohybu	mm^3
W_{od}	modul průřezu v ohybu přídržné desky	mm^3
$W_{osv}; W_{osv1}$	modul průřezu v ohybu svaru	mm^3
W_x	modul průřezu v ohybu k ose x	mm^3
$a_1; a_2$	charakteristické rozměry Jäcklů	mm
$a_3; a_4; a_5; a_6$	charakteristické rozměry svarů	mm
d_ξ	průměr čepu nohy	mm
d_{vn}	vnitřní průměr distanční trubky	mm
$d_{vně}$	vnější průměr distanční trubky	mm
d_2	střední průměr závitu	mm
d_3	malý průměr závitu	mm
d_3'	předběžný malý průměr závitu	mm
f	součinitel smykového tření	-
f_z	součinitel tření na závitu	-
g	gravitační zrychlení	m/s^2
k	součinitel bezpečnosti proti prokluzu	-
k_s	součinitel statické bezpečnosti	-
$k_{sš}$	součinitel bezpečnosti šroubu	-
$k_1; k_2; k_3; k_4$	převodní součinitele svarů	-
l	délka stolu	mm
l_{vz}	vzpěrná délka	mm
$l_s; l_{s1}; l_{s2}$	délky svarů	mm
$l_1; l_2; l_3; l_4; l_5$	rozměrové délky	mm
$m_{bř}$	hmotnost břemene	kg
m_d	hmotnost desky stolu	kg
n	konstanta charakterizující působení síly	-
p_{dis}	tlak v distanční trubce	MPa

Symbol	Význam	Jednotka
p_1	tlak v Jäcklu 30 x 30 x 2,5	MPa
p_2	tlak v Jäcklu 25 x 25 x 3	MPa
$p_{1\check{c}}$	otlačení v trubce	MPa
$p_{2\check{c}}$	otlačení v distančním kroužku	MPa
r	vzdálenost krajního bodu svaru od T	mm
$t_1; t_2$	tloušťky stěn Jäcklů	mm
$t_3; t_4$	šířky svarů	mm
v	výška stolu	mm
$t_{d1}; l_{d1}; b_{d1}$	rozměry vnější přídržné desky	mm
$t_{d2}; l_{d2}; b_{d2}$	rozměry vnitřní přídržné desky	mm
α	úhel profilu Metrického závitu	°
β	součinitel zahrnující neznámý krut	-
$\beta_1; \beta_2; \beta_3$	součinitele tloušťky koutového svaru	-
δ	úhel	°
σ_{\perp}^{Fn}	napětí ve svaru od normálové síly	MPa
σ_{\perp}^{MoF2}	napětí ve svaru od ohybového momentu	MPa
σ_D	dovolené napětí	MPa
$\sigma_{D\perp}$	dovolené napětí ve svaru	MPa
$\sigma_{D\perp 1}$	dovolené napětí v koutovém svaru	MPa
$\sigma_o; \sigma_{o1}; \sigma_{o2}$	ohybové napětí	MPa
σ_{red}	redukováné napětí dle Guesta šroubového spoje	MPa
$\sigma_{redsv}; \sigma_{redsv1}$	redukována napětí ve svarech	MPa
σ_t	napětí v tahu	MPa
$\tau_{//}^{Ft}$	napětí ve svaru od tečné síly	MPa
$\tau_{//}^{F3/2}$	napětí ve svaru	MPa
$\tau_{\perp}^{F3/2}; \tau_{\perp 1}^{F3/2}$	napětí ve svaru	MPa
$\tau_{\perp}^{F3/2}$	skutečné napětí ve svaru	MPa
$\tau_{\perp s}^{MoF2}$	smyskové napětí ve svaru	MPa
τ_s^{Mk1}	skutečné napětí ve svaru	MPa

Symbol	Význam	Jednotka
τ	napětí v krutu ve šroubu	MPa
τ_D	dovolené napětí ve smyku	MPa
τ_{Ds}	dovolené napětí ve svaru	MPa
$\tau_{sč}$	smykové napětí v čepu nohy	MPa
τ_{vys}	výsledné napětí ve svaru	MPa
φ'	redukovaný třecí úhel	°
ψ	úhel stoupání šroubovice	°
ω	úhel	°

0 ÚVOD

Bakalářská práce se zabývá návrhem a konstrukčním řešením montážního stolu pro zadané zásady vypracování. Tento stůl má mít plochu pracovní desky 2000 x 700 mm a nosnost 450 kg. Jako řešitel jsem se snažil navrhnout tvar nosné konstrukce stolu se zřetelem na její tvar, velikost, uspořádání, ergonomii, snadnou montáž i demontáž. Vyroben z běžně dostupných polotovarů, na nízké náklady. Úložné prostory jsem zvolil v podobě plechových šuplíků a velké odkládací plochy pod deskou stolu.

Takto navržený montážní stůl by měl vyhovět všem potřebám náročných uživatelů, např. zámečnickým dílnám, autoopravnám, ale i pro náročné hobby uživatele v domácích dílnách.

Cíle práce:

- Splnit zásady pro vypracování, viz. přiložené zadání.
- Sepsat výhody a nevýhody jednotlivých typů konstrukcí stolů, jejich hlavních částí.
- Na základě tohoto rozdělení vybrat jedno optimální řešení.
- Provést pevnostní návrh hlavních částí stolu.
- Zpracovat výpočtovou zprávu a výkresovou dokumentaci k této bakalářské práci.

1 ERGONOMIE

Montážní stůl, neboli lidově „ponk“ je nedílnou součástí každé dílny, výrobního závodu, kutilské dílny nebo domácí garáže. Dnešní trh nabízí nepřeberné množství všelijakých variant, druhů, velikostí, barevných verzí, konstrukčních uspořádání atd. Pro správnou funkci montážního stolu a příslušenství k němu jsou dnes vypracovány zásady správné konstrukce, uspořádání a rozmístění stolů v dílně, popřípadě hale. Touto problematikou se zabývá ergonomie pracovního prostředí, která doporučuje pár zásad:

Osvětlení:

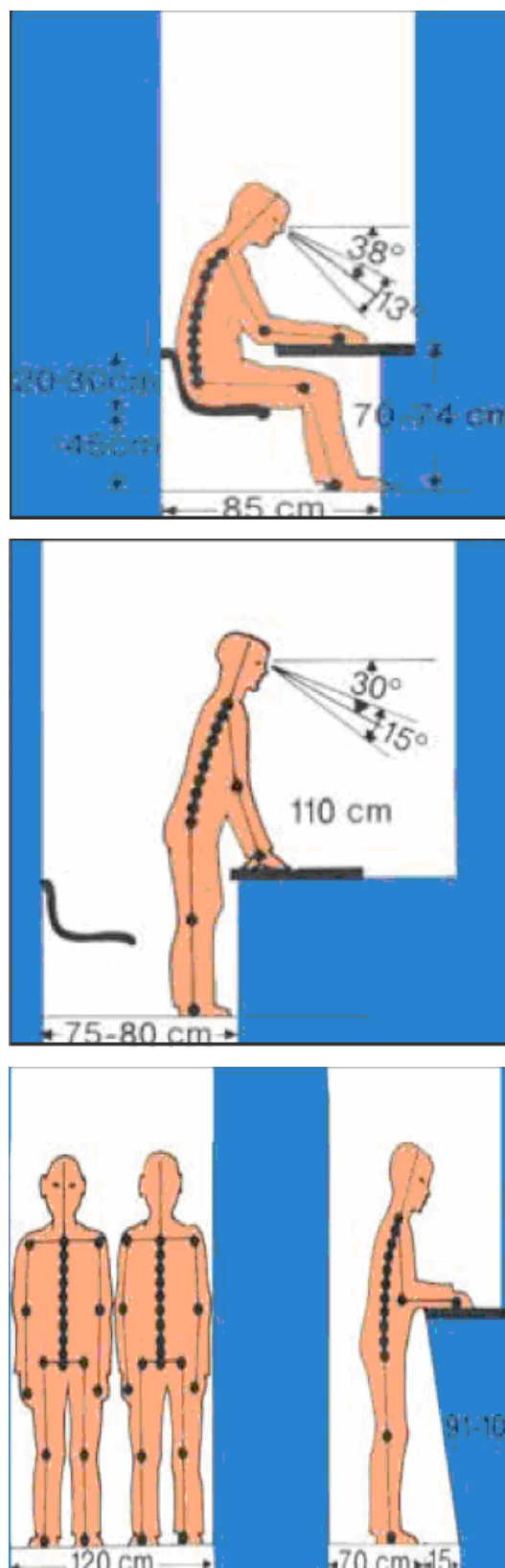
Dobré osvětlení je jedním ze základních prvků ovlivňující pracovní podmínky. Pracoviště by mělo být dobře osvětleno. Umělé osvětlení by mělo rovnoměrně osvětlovat pracovní plochu a mělo by být dostatečně intenzivní. Není vhodné mít pracovní místo umístěno čelem ani zády k oknu. V každém případě musí být osvětlení příjemné pro Vás a Vaše oči.

Teplota a vlhkost:

Teplota v místnosti dokáže znatelně ovlivnit pracovní výkon a celkový pocit pohodlí. Není pohodlné pracovat v místnosti, ve které je příliš velké horko nebo naopak chladno. Ideální teplota je pro každého odlišná, ale měla by se pohybovat v určitých teplotních rozmezích. Doporučuje se teplota v místnosti v rozmezí 18°C až 20°C. Ideální vlhkost vzduchu v rozmezí 50 až 60 %.

Stůl:

Na desce pracovního stolu se odehrává veškerá činnost spojená s prací proto by měl každý pracovní stůl splňovat určité ergonomické vlastnosti. Práci dokáže znepříjemnit například ostrá přední hrana desky, malý prostor pro nohy (pokud u stolu sedíme), příliš vysoký nebo naopak příliš nízký stůl apod. Deska pracovního stolu má být dostatečně velká a poskytovat prostor pro veškeré zařízení a místo pro ostatní věci potřebné pro práci. Rozměry stolů jsou různé a liší se dle potřeby a využití.



Obr. 1.1 – Ukázka vhodných výšek pracovní desky stolu [9]

2 PŘEHLED SOUČASNÉ NABÍDKY STOLŮ

Výrobci montážních stolů se snaží nabídnout velký sortiment svého zboží, od obyčejných, jednoduchých, levných, např. jako pracovní stůl S1 od firmy Kovovesin na obr. (2.1). Jeho konstrukce je vyrobená z ocelových plechů tvarovaných do různých profilů. Ocelové zásuvky, pracovní deska z dřevotřísky nebo tvrdého dřeva. Podobná varianta je i stůl pod označením S01, který je celo - oplechovaný (obr. 2.2). Mobilní varianta na kolečkách S01 (obr. 2.3) umožňuje snadné přemístění stolu na požadované místo.



Obr. 2.1 – Pracovní stůl S1 [10]

Parametry:

Hlavní rozměry Š x V x H:	920 x 930 x 600 mm
Rozměry zásuvek Š x V x H:	340 x 120 x 500 mm
Počet zásuvek:	5 ks
Maximální nosnost zásuvky:	50 kg
Hmotnost regálu včetně zásuvek:	55 kg



Obr. 2.2 – Pracovní stůl oplechovaný S01 [10]

Parametry:

Hlavní rozměry Š x V x H	920 x 930 x 600 mm
Rozměry zásuvek Š x V x H	340 x 120 x 500 mm
Počet zásuvek:	5 ks
Maximální nosnost zásuvky:	50 kg
Hmotnost regálu včetně zásuvek:	70 kg



Obr. 2.3 – Pracovní stůl na kolečkách S01 [10]

Parametry:

Hlavní rozměry Š x V x H:	920 x 940 x 605 mm
Rozměry zásuvek Š x V x H:	340 x 120 x 500 mm
Počet zásuvek:	5 ks
Maximální nosnost zásuvky:	50 kg
Hmotnost regálu včetně zásuvek:	75 kg

Na trhu můžeme nalézt i speciální montážní stoly, např. JAWHORSE (obr. 2.4), nebo stoly jednoúčelové, navržené pro daný typ montáže, jako např. jednoúčelový stůl pro montáž oken a dveří (obr. 2.5). Nemůžeme také zapomenout na stolařskou - dřevařskou hoblice KLASIK (obr. 2.6), bez které by se neobešla žádná dřevo dílna.



Obr. 2.4 – Speciální montážní stůl JAWHORSE WU 060 [11]

Parametry:

Rozsah upínání:	940 mm
Upínací síla:	1000 kg
Maximální zatížení:	100 kg
Velikost složeného stolu:	773 x 350 x 336 mm
Velikost postaveného stolu:	1000 x 985 x 885 mm
Hmotnost stolu:	19.6 kg



Obr. 2.5 – Pracovní stůl Acca XL [12]



Obr. 2.6 – Truhlářská hoblice KLASIK [13]

Parametry:

Délka:	1800 – 2100 mm
Šířka:	950 mm
Výška:	870 mm
Váha:	65 – 85 kg

Na závěr bych uvedl některé ukázky stolů, které jsou vhodné např. pro zahrádkaře, nebo obyvatele v bytech, neboť tyto stoly umožňují snadné složení a rozložení a tím zabírají málo prostoru. Mezi takové stoly patří třeba stůl Workmate WM 301 (obr. 2.7) nebo stůl s větší variabilitou a využitím jako stůl Master Cut 1000 (obr. 2.8). Při výrobě pracovních, neboli montážních stolů se pamatuje i na naše malé ratolesti, viz. stůl Bosch (obr. 2. 9).



Obr. 2.7 – Pracovní stůl Workmate WM 301 [14]

Parametry:

Rozměry ve složeném stavu: 890 x 630 x 130 mm

Nosnost: 160 kg

Rozevření upínacích čelistí: 0 – 115 mm



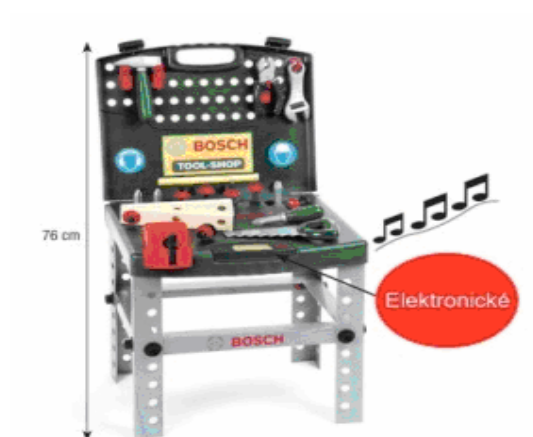
Obr. 2.8 – Dílenský stůl Master Cut 100 [14]

Parametry:

Rozměry pracovní desky: 855 x 540 mm

Nastavení úhlového dorazu: +/- 60°

Nosnost: 200 kg



Obr. 2.9 – Dětský pracovní stůl Bosch [15]

3 VOLBA TYPU A KONSTRUKCE STOLU

3.1 Volba materiálu nosné konstrukce

Pro volbu materiálu nosné konstrukce jsem si vytvořil tabulku, v které jsem uvedl druhy materiálů, které se používají na výrobu konstrukcí a zhodnotil jejich výhody a nevýhody.

Tab. 3.1 – Typy materiálů konstrukce, výhody, nevýhody

Typ materiálu konstrukce	Výhody	Nevýhody
Kovový	+ pevnost, tuhost + velké možnosti využití polotovarů a technolog výroby	- hmotnost - bez patřičné úpravy nízká odolnost proti korozi (u běžných konstrukčních ocelí)
Dřevěný	+ relativně nízká hmotnost + uzpůsobeno pro práci se dřevem	- nevhodnost použití v zámečnické dílně - možnost vzniku požáru stolu
Plastový	+ nízká hmotnost + snadná manipulovatelnost + vhodnost použití v antistatickém prostředí	- malá pevnost a tuhost nosné konstrukce - nízká nosnost - vhodná spíše pro určitá pracoviště a druhy práce
Kombinace materiálů	+ libovolná kombinace nosné a krycí konstrukce + méně namáhané části mohou být vyrobeny z levného plastu	- potřeba více druhů spojovacích a výrobních technologií (např. nemožnost svaření kovu a plastu)

Po zvážení výhod a nevýhod a předpokladu, že navrhovaný stůl s nosností 450 kg bude použit v zámečnické dílně nebo těžkém provozu jsem se rozhodl, že pro nosnou konstrukci použiji kovové materiály z konstrukční oceli třídy 11.

3.2 Volba jednotlivých částí stolu

Po volbě materiálu nosné konstrukce stolu jsem se rozhodl vytvořit si tabulku s částmi stolu, jako např. šuplíky, pracovní deska atd. a zhodnotit klady a zápory pro volbu těchto částí, které poté budu navrhovat.

Tab. 3.2 – Části stolu, výhody, nevýhody

Typy částí stolu	Výhody	Nevýhody
Nosná konstrukce		
Plný profil	+ tuhost	- hmotnost - nevyužití materiálu
Dutý, otevřený profil Jäckl	+ nízká hmotnost + velký výběr polotovarů	- pro dosažení velké tuhosti nutnost správné orientace nosného průřezu
Pracovní deska		
Kovová	+ odolnost proti rázům + odolnost proti otěru	- hmotnost - netlumí rázy
Dřevěná	+ cena + tlumí rázy + hmotnost	- malá tuhost - možnost prasknutí desky při velké přetížení (úder kladiva)
Šuplíky		
Kovové (plech)	+ nízká hmotnost + cena + snadná výroba	- malá nosnost
Dřevěné	+ snadná výroba sešroubováním + velké množství druhů desek	- savost kapalin (olej, barva, ředidla)

Tab. 3.2 - pokračování

Typy částí stolu	Výhody	Nevýhody
Nohy stolu		
Nestavitelná velikost	+ snadná výroba	- nemožnost nastavení výšky stolu
Stavitelná velikost	+ možnost nastavení výšky stolu	- obtížnější výroba
Příčnice (spojení s rámy)		
Svařené	+ snadná výroba + tuhá konstrukce	- nemožnost rozebrání stolu
Sešroubované	+ možnost sešroubování stolu + menší přepravní a uskladňovací rozměry	- obtížnější výroba

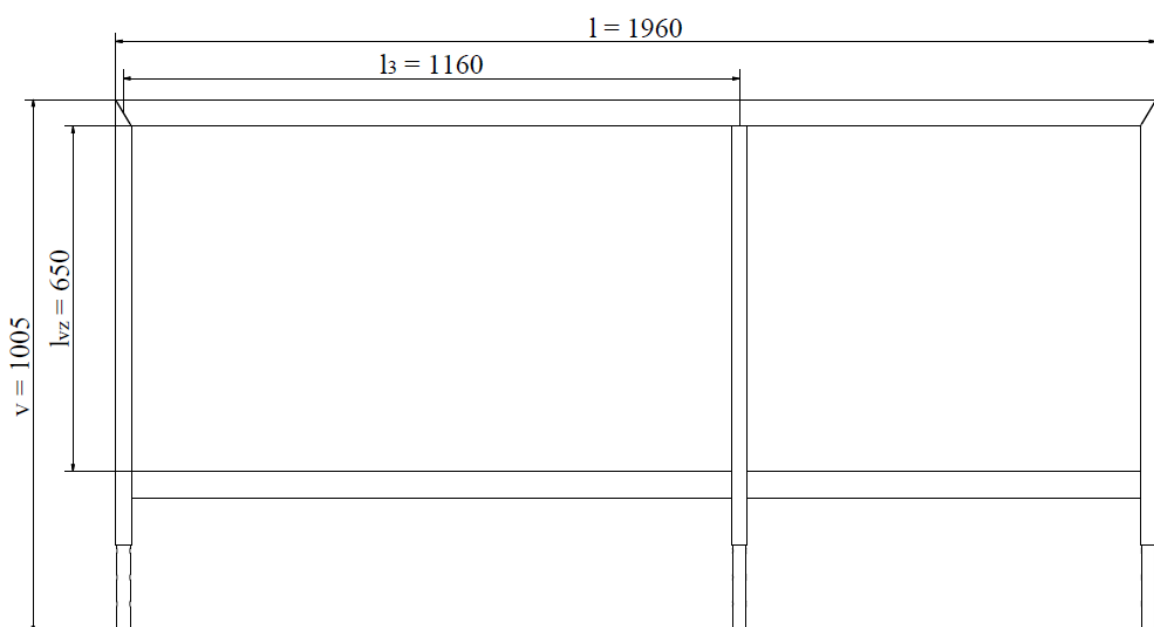
Po vytvoření této tabulky, zhodnocení výhod a nevýhod jsem se rozhodl, že stůl bude mít stavitelnou velikost nohou, oba rámy, (přední, zadní) budou spojeny příčnicí, které budou přišroubovány, jako profil konstrukce bude použit dutý profil typu Jäckl, šuplíky kovové.

4 PEVNOSTNÍ VÝPOČTY

Tato kapitola se zabývá pevnostním návrhem hlavních částí stolu, to je rámu (podélného nosníku, příčnicku, nohou atd...). Výpočty budou pouze statické, nepředpokládám zatížení stolu dynamickými silami. Materiál jednotlivých částí stolu jsem se snažil volit jeden typ, ocel 11 523. Při výpočtech jsem vycházel ze zjednodušení zatěžujících sil a jednotlivých výpočtových modelů. Tyto výpočtové modely pro jednotlivé výpočty budou uvedeny u jednotlivých výpočtů.

4.1 Schéma navrženého rámu stolu

Na obr. 4.1 je znázorněno rozložení jednotlivých částí rámu stolu, která budou navrhována.



Obr. 4.1 – Schéma navrženého rámu stolu

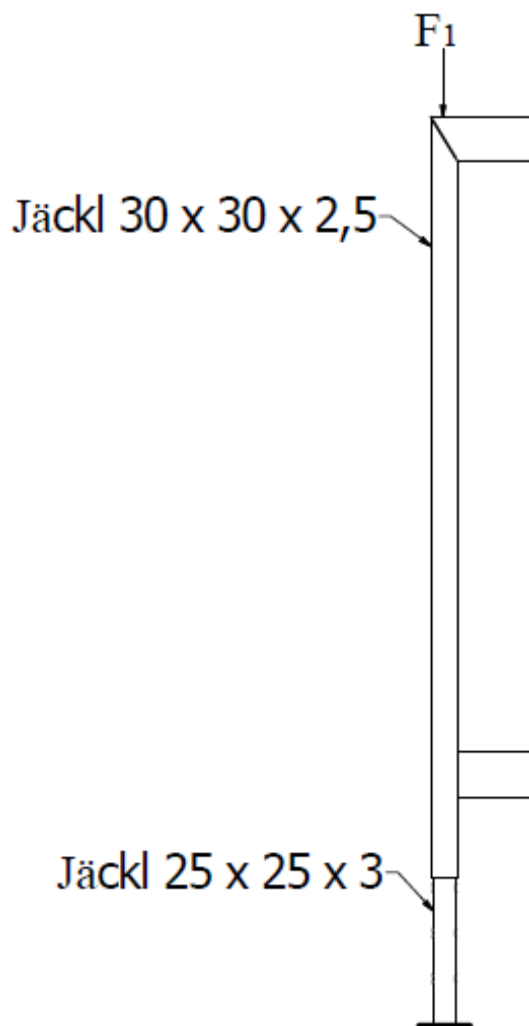
4.2 Rozbor zatěžujících sil

Pro výpočty jsem používal 3 hlavní velikosti sil, které vyplývaly z jednotlivých variant polohy zatížení od břemene a započtení hmotnosti pracovní desky. Výpočet a zdůvodnění velikostí těchto sil bude uveden u každého použití.

4.3 Pevnostní návrh nohy stolu a jejích částí

4.3.1 Rozbor zatížení a napětí působící na nohu stolu

Pro tuto variantu jsem zvolil zatížení, kdy celá hmotnost břemene působí bodově nad nohou stolu, k tomuto zatížení jsem přičetl i 1/4 hmotnosti pracovní desky.



Obr. 4.2 – Poloha zatěžující síly na nohu stolu

Velikost zatěžující síly F_1 :

$$F_1 = F_{md} + F_{mbr} = \frac{m_d}{4} * g + m_{br} * g = \frac{55}{4} * 9,81 + 450 * 9,81 = 4547 N \quad (4.1)$$

Dovolené napětí σ_D pro ocel 11 523:

$$\sigma_D = \frac{Re}{k_s} = \frac{333}{1,5} = 222 MPa \quad (4.2)$$

$Re = 333 \text{ MPa}$ dle [1]

statickou bezpečnost volím $k_s = 1,5$ z doporučeného rozsahu ($1,5 \div 2,5$) dle [2]

Tlakové napětí p_1 v Jäcklu 30 x 30 x 2,5:

$$p_1 = \frac{F_1}{S_1} = \frac{F_1}{a_1^2 - (a_1 - 2 * t_1)^2} = \frac{4547}{30^2 - (30 - 2 * 2,5)^2} = 16,33 MPa \leq \sigma_D \quad (4.3)$$

Jäckl pevnostně vyhovuje

Kontrola na vzpěr:

Kontrolu jsem zjednodušil na výpočet velikosti kritické síly, při které dojde ke ztrátě stability nohy stolu. Hodnotu J_{\min} jsem získal z [8].

$$F_{kr} = \frac{\pi^2 * E * J_{\min}}{(n * l_{vz})^2} = \frac{\pi^2 * 2,1 * 10^5 * 31600}{(0,65 * 650)^2} = 366904,2 N \leq F_1 \quad (4.4)$$

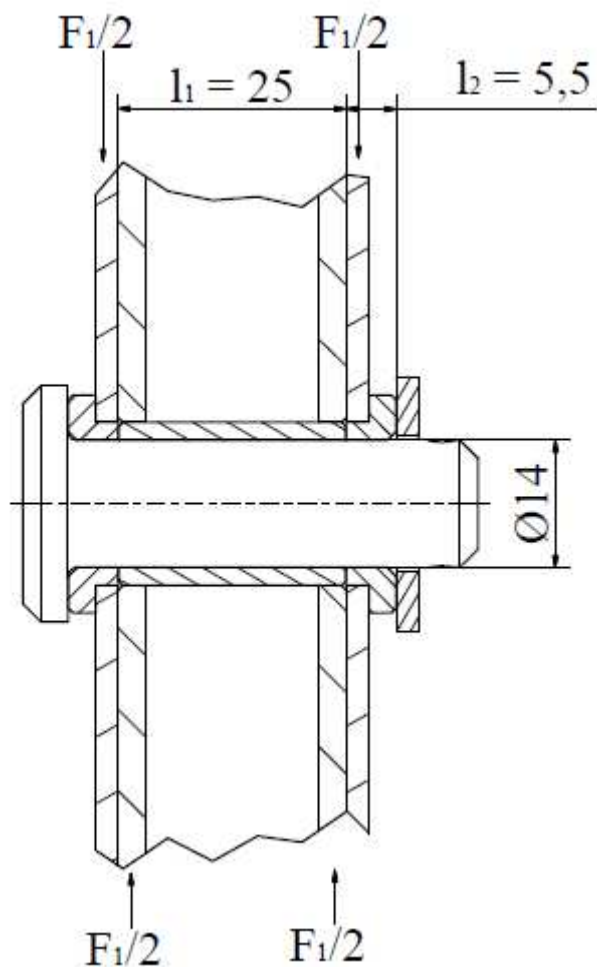
Jäckl pevnostně vyhovuje

Tlakové napětí p_2 v Jäcklu 25 x 25 x 3:

$$p_2 = \frac{F_1}{S_2} = \frac{F_1}{a_2^2 - (a_2 - 2 * t_2)^2} = \frac{4547}{25^2 - (25 - 2 * 3)^2} = 17,2 MPa \leq \sigma_D \quad (4.5)$$

Jäckl pevnostně vyhovuje

4.3.2 Rozbor zatížení a napětí působící na pouzdra a čep nohy



Obr 4.3 - Čepové spojení

Napětí ve smyku:

$$\tau_{sč} = \frac{\frac{F_1}{2}}{S_{č}} = \frac{\frac{F_1}{2}}{\frac{\pi * d_{č}^2}{4}} = \frac{\frac{4547}{2}}{\frac{\pi * 14^2}{4}} = 14,7 MPa \leq \tau_D \quad (4.6)$$

$$\tau_D = 0,577 * \sigma_D = 0,577 * 222 = 128 MPa$$

Čep pevnostně vyhovuje

Kontrola otláčení čepu:

$$p_{1c} = \frac{2 * \frac{F_1}{2}}{d_c * l_1} = \frac{4547}{14 * 25} = 12,9 MPa \leq p_d \quad (4.7)$$

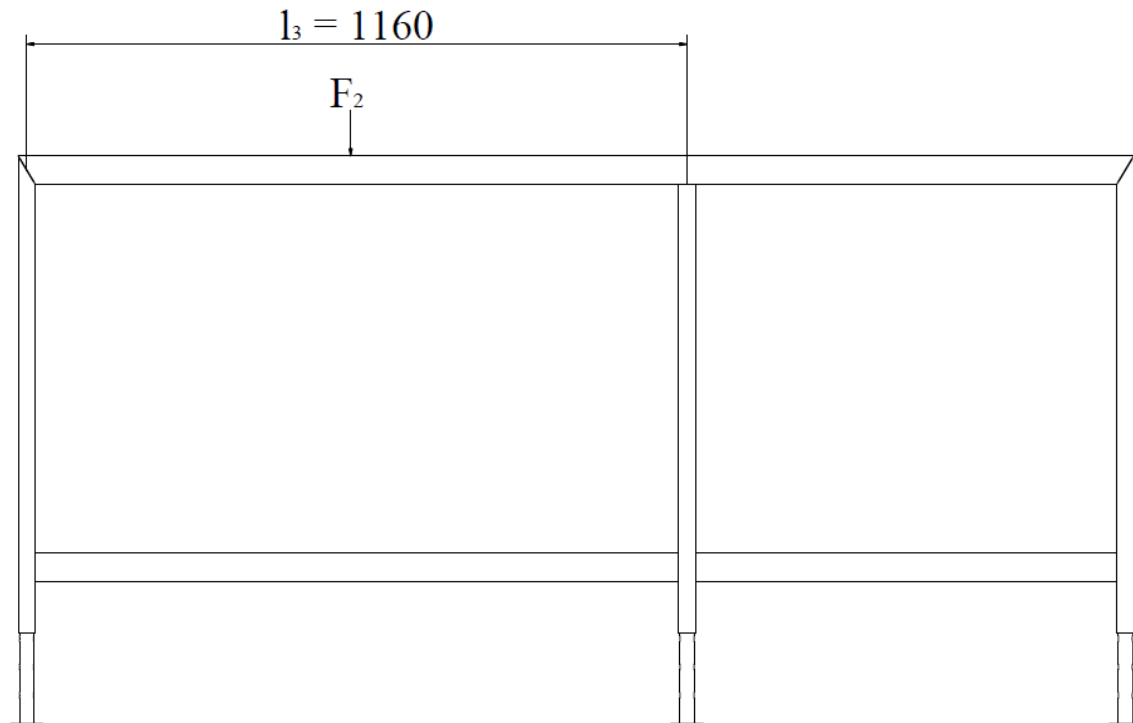
$$p_{2c} = \frac{\frac{F_1}{2}}{d_c * l_2} = \frac{\frac{4547}{2}}{14 * 5,5} = 29,6 MPa \leq p_D \quad (4.8)$$

$p_D = 120 \text{ MPa}$ dle [9]

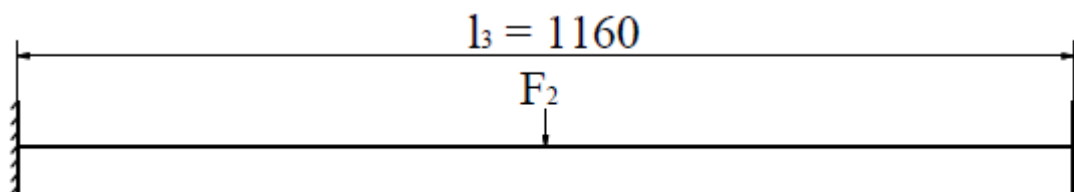
Čep, distanční kroužky a trubka pevnostně vyhovuje

4.4 Pevnostní návrh podélného nosníku**4.4.1 Rozbor zatížení a zjednodušený model podélného nosníku**

Pro pevnostní kontrolu podélného nosníku stolu, který je vyroben z Jäcklu 50 x 30 x 4, jehož $W_o = 6100 \text{ mm}^3$ dle [8] jsem použil zjednodušení v podobě aplikace vetknutí nosníku na obou koncích a zatěžující sílu jsem umístil mezi levou a prostřední nohu stolu a počítám tak s nejhorší variantou zatížení.



Obr. 4.4 - Poloha zatěžující síly



Obr. 4.5 – Zjednodušený model

Velikost zatěžující síly F_2 :

$$F_2 = F_{md} + F_{mbr} = \frac{m_d}{2} * g + m_{br} * g = \frac{55}{2} * 9,81 + 450 * 9,81 = 4685 N \quad (4.9)$$

Při tomto výpočtu jsem zahrnul k hmotnosti břemene polovinu hmotnosti pracovní desky.

Velikost ohybového momentu pod působící silou dle [5]:

$$M_{oF2} = \frac{1}{8} * F_2 * l_3 = \frac{1}{8} * 4685 * 1160 = 679325 Nmm \quad (4.10)$$

Velikost ohybového napětí:

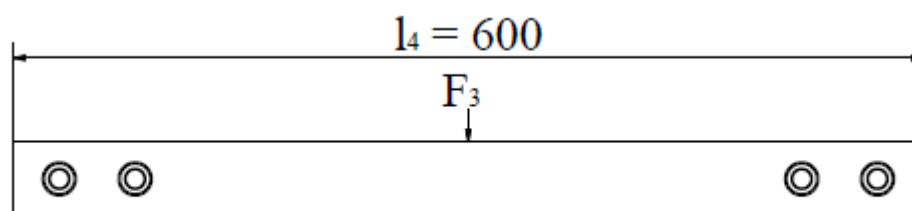
$$\sigma_{o1} = \frac{M_{oF2}}{W_o} = \frac{679325}{6100} = 111,4 MPa \leq \sigma_D \quad (4.11)$$

Podélný nosník pevnostně vyhovuje

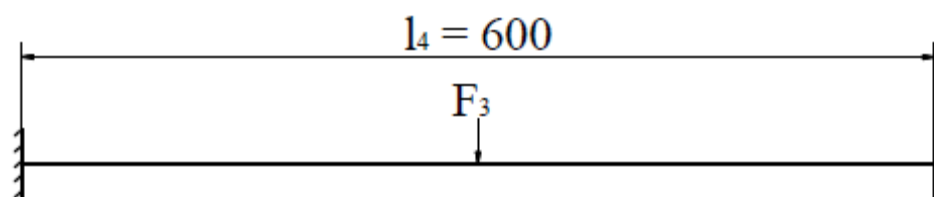
4.5 Pevnostní návrh příčnicku

4.5.1 Rozbor zatížení a zjednodušený model příčnicku

Polotovar příčnicku jsem volil stejný, jako polotovar podélného nosníku, tedy Jäckl 50 x 30 x 4. Tento příčník spojuje přední a zadní rám stolu pomocí šroubů. Spojení pomocí těchto šroubů jsem si nahradil vetknutým uložením na obou koncích.



Obr. 4.6 – Poloha zatěžující síly na příčnicku



Obr. 4.7 – Zjednodušený model

Výpočet zatěžující síly F_3 :

$$F_3 = F_{mbř} = m_{bř} * g = 450 * 9,81 = 4414,5N \quad (4.12)$$

Do tohoto výpočtu jsem nezahrnul žádnou hmotnost pracovní desky, neboť jsou příčníky od sebe vzdálený přibližně s roztečí 500 mm. Předpokládám rovnoměrné rozložení hmotnosti pracovní desky na tyto příčníky, lze ji tedy zanedbat.

Velikost ohybového momentu pod působící silou dle [5]:

$$M_{oF3} = \frac{1}{8} * F_3 * l_4 = \frac{1}{8} * 4414,5 * 600 = 331087,5Nmm \quad (4.13)$$

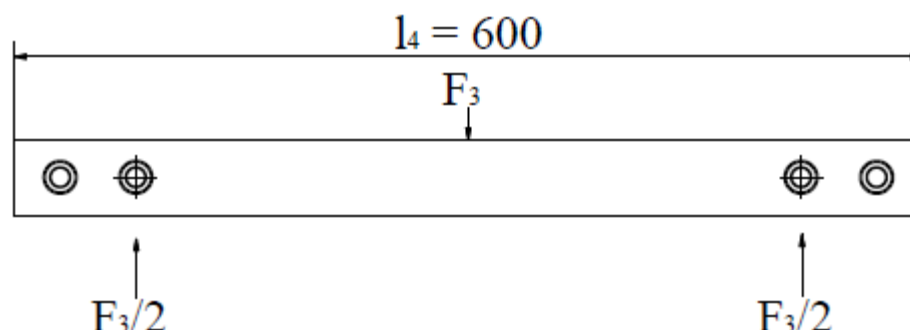
Velikost ohybového napětí:

$$\sigma_{o2} = \frac{M_{oF3}}{W_o} = \frac{331087,5}{6100} = 54,3MPa \leq \sigma_D \quad (4.14)$$

Příčník pevnostně vyhovuje

4.5.2 Pevnostní návrh spojovacích šroubů

Při výpočtu spojovacích šroubů jsem volil zjednodušení v tom, že jsem zatěžující sílu rozdělil mezi dva vnitřní šrouby, podle těchto sil jsem navrhl velikost šroubu. Vnější šrouby slouží pouze pro zamezení viklání stolu.



Obr. 4.8 – Rozklad sil působících na šrouby

Výpočet velikosti šroubu:

Pevnostní třídu šroubu volím 8.8, dle [2] je hodnota $Re_s = 640$ MPa. Postup celého výpočtu jsem volil dle [2].

Výpočet osově síly ve šroubu:

$$k * \frac{F_3}{2} = F_o * f \Rightarrow F_o = \frac{k * \frac{F_3}{2}}{f} = \frac{1,3 * \frac{4414,5}{2}}{0,2} = 14347,2N \quad (4.15)$$

Výpočet nosného průřezu šroubu:

$$\beta * \frac{F_o}{S'_s} \leq \frac{Re_s}{k_s} \Rightarrow S'_s = \frac{\beta * F_o * k_s}{Re_s} = \frac{1,3 * 14347,2 * 1,5}{640} = 43,7mm^2 \quad (4.16)$$

Výpočet předběžného nosného průměru šroubu:

$$S'_s = \frac{\pi * d_3'^2}{4} \Rightarrow d_3' = \sqrt{\frac{4 * S'_s}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 43,7}{\pi}} = 7,46mm \quad (4.17)$$

Po výpočtu předběžného nosného průměru šroubu jsem ze [8] jsem zvolil šroub M12.

Jeho parametry jsou:

$$P = 1,75 \text{ mm}$$

$$\alpha = 60^\circ$$

$$d_2 = 10,863 \text{ mm}$$

$$d_3 = 9,853 \text{ mm}$$

4.5.3 Pevnostní kontrola šroubu**Napětí v tahu:**

$$\sigma_t = \frac{F_o}{S_s} = \frac{F_o}{\frac{\pi * d_3^2}{4}} = \frac{14347,2}{\frac{\pi * 9,853^2}{4}} = 188,2MPa \quad (4.18)$$

Napětí v krutu:

$$\tau = \frac{M_k}{W_k} = \frac{F_z * \frac{d_2}{2}}{\frac{\pi * d_3^3}{16}} = \frac{F_o * \operatorname{tg}(\psi + \varphi') * \frac{d_2}{2}}{\frac{\pi * d_3^3}{16}} =$$

$$= \frac{14347,2 * \operatorname{tg}(2,935^\circ + 9,504^\circ) * \frac{10,863}{2}}{\frac{\pi * 9,853^3}{16}} = 91,5 \text{ MPa} \quad (4.19)$$

Výpočet úhlů:

$$\psi = \operatorname{arctg}\left(\frac{P}{\pi * d_2}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{1,75}{\pi * 10,863}\right) = 2,935^\circ$$

$$\varphi' = \operatorname{arctg}\left(\frac{f_z}{\cos\left(\frac{\alpha}{2}\right)}\right) = \operatorname{arctg}\left(\frac{0,145}{\cos\left(\frac{60^\circ}{2}\right)}\right) = 9,504^\circ \quad (4.20)$$

$f_z = 0,145$ pro kadmiovaný šroub i matici dle [9]

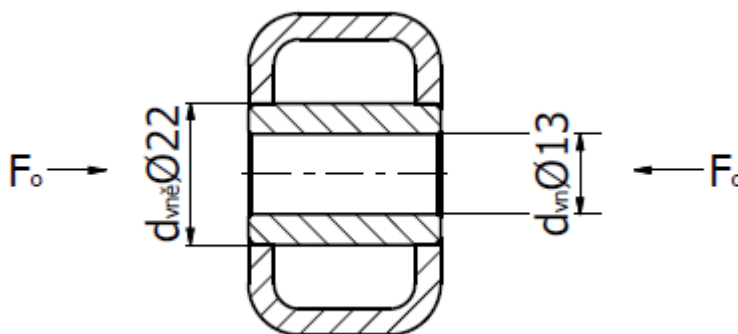
Redukované napětí dle Guesta:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_t^2 + 4 * \tau^2} = \sqrt{188,2^2 + 4 * 91,5^2} = 262,5 \text{ MPa} \quad (4.21)$$

Výsledná bezpečnost:

$$k_{ss} = \frac{R_e}{\sigma_{red}} = \frac{640}{262,5} = 2,4 \geq k_s = 1,5 \quad (4.22)$$

Šroub pevnostně vyhovuje

4.5.4 Pevnostní kontrola distanční trubky v příčnici

Obr. 4.9 - Zatížení distanční trubky

Výpočet tlaku:

$$p_{dis} = \frac{F_o}{S_{dis}} = \frac{F_o}{\frac{\pi * (d_{vně}^2 - d_{vn}^2)}{4}} = \frac{14347,2}{\frac{\pi * (22^2 - 13^2)}{4}} = 57,9 MPa \leq p_D \quad (4.23)$$

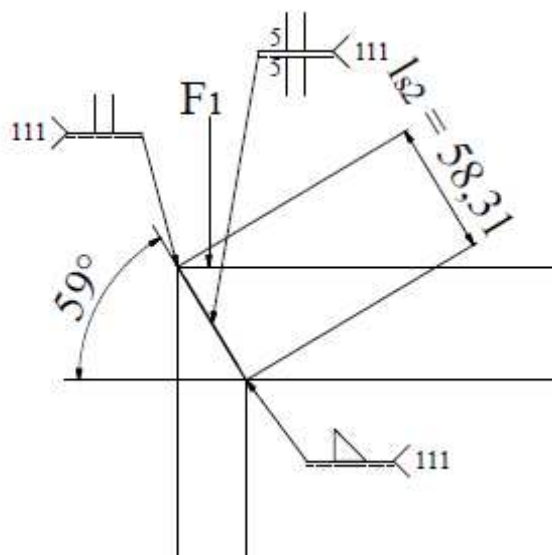
Distanční trubka pevnostně vyhovuje

4.6 Pevnostní výpočty svarů

V této kapitole jsou uvedeny výpočty hlavních nosným svarů pro požadovanou únosnost. Velikosti jednotlivých svarů, jejich postup výpočtu jsem volil s ohledem na větší bezpečnost.

4.6.1 Výpočet šikmého spojovacího svaru dle

Pevnostní výpočet jsem zjednodušil na výpočet pouze tupých svarů (obr. 4.10), zbylé dva svary, koutový a protějšší tupý jsou pouze pro zvětšení bezpečnosti. Tento svar jsem počítal pro dvě různé varianty polohy zatěžující síly. Výpočet jsem provedl dle [2].

Výpočet 1. varianty zatížení:

Obr. 4.10 – Poloha zatěžující síly 1. varianty

Pro výpočet této varianty je třeba zatěžující sílu rozložit do dvou složek, do složky kolmé (normálové) ke svaru a rovnoběžné (tečné) se svarem. Velikost zatěžující síly jsem vypočítal dle (4.1).

Tečná složka síly:

$$F_t = F_1 * \sin \delta = 4547 * \sin 59^\circ = 3897,4N \quad (4.24)$$

Normálová složka síly:

$$F_n = F_1 * \cos \delta = 4547 * \cos 59^\circ = 2341,8N \quad (4.25)$$

Výpočet napětí:

$$\sigma_{\perp}^{F_n} = \frac{F_n}{2 * S_{sv}} = \frac{F_n}{2 * a_3 * l_{s2}} = \frac{2341,8}{2 * 5 * 58,31} = 4,01MPa$$

$$\tau_{\parallel}^{F_t} = \frac{F_t}{2 * S_{sv}} = \frac{F_t}{2 * a_3 * l_{s2}} = \frac{3897,4}{2 * 5 * 58,31} = 6,7MPa \quad (4.26)$$

Redukované napětí:

$$\sigma_{redsv} = \sqrt{\left(\frac{\sigma_{\perp}^{F_n}}{k_1}\right)^2 + 3 * \left(\frac{\tau_{\parallel}^{F_t}}{k_2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{4,01}{0,85}\right)^2 + 3 * \left(\frac{6,7}{0,7}\right)^2} = 17,3 \leq \sigma_D \quad (4.27)$$

Svar pevnostně vyhovuje

Převodní součinitele k_1 a k_2 jsem volil dle [2].

Výpočet 2. varianty zatížení:

Tato varianta počítá se zatížením podélného nosníku silou F_2 dle obr. 4.5, str. 28, která způsobí ohybový moment v šikmém svaru.

Výpočet napětí:

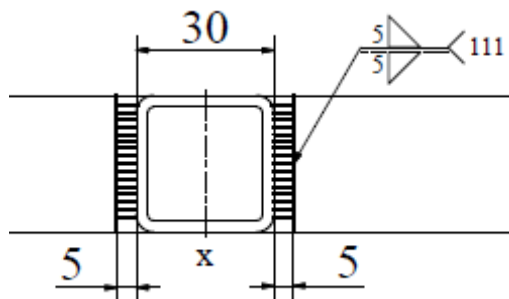
$$\sigma_{\perp}^{MoF2} = \frac{M_{oF2}}{W_{osv}} = \frac{M_{oF2}}{2 * \frac{a_3 * l_{s2}^2}{6}} = \frac{679325}{2 * \frac{5 * 58,31^2}{6}} = 119,9MPa \leq \sigma_{D\perp} \quad (4.28)$$

$$\sigma_{D\perp} = k_1 * \sigma_D = 0,85 * 222 = 188,7MPa$$

Svar pevnostně vyhovuje.

4.6.2 Výpočet koutového svaru spojující podélný nosník a prostřední nohu

Zatížení tohoto svaru je stejné, jako u 2. varianty šikmého spojovacího svaru, tedy ohybový moment je stejný a vniká od síly F_2 dle obr. 4.5, str. 28.



Obr. 4.11 – Umístění koutového svaru

Osový moment setrvačnosti k ose x:

$$J_x = 2 * \left(\frac{1}{12} * a_4^3 * a_2 + a_4 * a_2 * \left(\frac{a_2 + a_4}{2} \right)^2 \right) = 2 * \left(\frac{1}{12} * 5^3 * 30 + 5 * 30 * \left(\frac{30 + 5}{2} \right)^2 \right) \quad (4.29)$$

$$J_x = 92500 \text{ mm}^4$$

Modul průřezu v ohybu k ose x:

$$W_x = \frac{J_x}{\frac{a_2}{2} + a_4} = \frac{92500}{\frac{30}{2} + 5} = 4625 \text{ mm}^3 \quad (4.30)$$

Výpočet napětí:

$$\tau_{\perp}^{MoF2} = \frac{M_{oF2}}{W_x} = \frac{679325}{4625} = 146,8 \text{ MPa} \leq \sigma_{D\perp 1} \quad (4.31)$$

$$\sigma_{D\perp 1} = \beta_1 * \sigma_D = 1,09 * 222 = 242 \text{ MPa} \quad (4.32)$$

- kde β_1 dle [2] je $\beta_1 = 1,3 - 0,03 * t_3 = 1,3 - 0,03 * 7 = 1,09$

Svar pevnostně vyhovuje

4.6.3 Výpočet svarů přídržných desek příčníků

Rozměry přídržných desek:

Tyto přídržné desky jsem volil dle [1] o rozměrech:

Vnější přídržná deska:

$$t_{d1} = 8 \text{ mm}$$

$$l_{d1} = 135 \text{ mm}$$

$$b_{d1} = 40 \text{ mm}$$

Vnitřní přídržná deska:

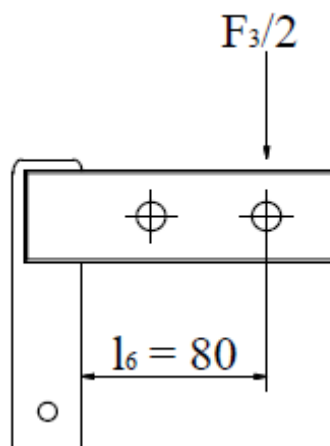
$$t_{d2} = 8 \text{ mm}$$

$$l_{d2} = 110 \text{ mm}$$

$$b_{d2} = 40 \text{ mm}$$

Pevnostní kontrola přídržných desek:

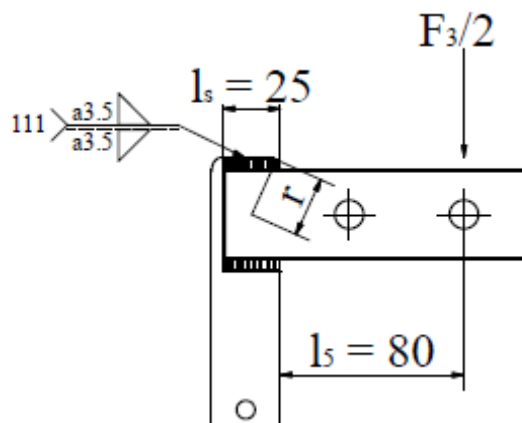
Jako výpočet uvedu zatížení vnější přídržné desky, vnitřní přídržné desky jsou zatěžovány stejnou silou $F_3/2$ na stejném rameni l_6 . Při výpočtu jsem počítal s variantou, že dané zatížení by přenášela pouze jedna z desek, druhá je pro zvětšení bezpečnosti, kdyby došlo např. k porušení svaru.



Obr. 4.12 - Poloha zatěžující síly působící na vnější přídržnou desku

$$\sigma_o = \frac{M_{0F3/2}}{W_{od}} = \frac{\frac{F_3}{2} * l_6}{\frac{t_{d1} * b_{d1}^2}{6}} = \frac{2297,5 * 80}{\frac{8 * 40^2}{6}} = 86,2 \text{ MPa} \leq \sigma_D \quad (4.33)$$

Vnější přídržná deska pevnostně vyhovuje

Výpočet koutového svaru vnější přídržné desky*Obr. 4.12 – Umístění koutového svaru u vnějších desek*

Postup výpočtu jsem zvolil podle [6] .

Postup výpočtu:**Kroutící moment od síly $F_3/2$:**

$$M_{k1} = \frac{F_3}{2} * \left(l_s + \frac{l_s}{2} \right) = 2297,5 * \left(80 + \frac{25}{2} \right) = 212518,7 Nmm \quad (4.34)$$

Plocha jednoho svaru:

$$S_{sv} = \frac{2 * a_s * l_s}{2} = 3,5 * 25 = 87,5 mm^2 \quad (4.35)$$

Polární moment setrvačnosti:

$$J_p = 2 * \left(J_p' + S_{sv1} * e^2 \right) = 2 * \left(\frac{l_s * a_s^3}{12} + \frac{l_s^3 + a_s^3}{12} + a_s * l_s * \left(\frac{b_{d1} + a_s}{2} \right)^2 \right)$$

$$J_p = a_s * l_s * \left(\frac{a_s^2 + l_s^2}{6} + \frac{(b_{d1} + a_s)^2}{2} \right) = 3,5 * 25 * \left(\frac{3,5^2 + 25^2}{6} + \frac{(40 + 3,5)^2}{2} \right) \quad (4.36)$$

$$J_p = 50686,2 mm^4$$

Vzdálenost krajního bodu svaru:

$$r = \sqrt{\left(\frac{b_{d1}}{2} + a_5\right)^2 + \left(\frac{l_s}{2}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{40}{2} + 3,5\right)^2 + \left(\frac{25}{2}\right)^2} = 26,6mm \quad (4.37)$$

Modul průřezu v krutu svarového spoje:

$$W_{k1} = \frac{J_p}{r} = \frac{50686,2}{26,6} = 1904,3mm^3 \quad (4.38)$$

Dílčí napětí od síly $F_3/2$ a M_k :

$$\tau_{\perp}^{F_3/2} = \frac{\frac{F_3}{2}}{2 * S_{sv}} = \frac{2297,5}{2 * 87,5} = 13,2MPa$$

$$\tau^{Mk} = \frac{M_k}{W_k} = \frac{212518,7}{1904,3} = 111,6MPa \quad (4.39)$$

Skutečná napětí od síly $F_3/2$ a M_k :

$$\tau_{\perp}^{F_3/2} = \frac{\tau_{\perp}^{F_3/2}}{k_3} = \frac{13,2}{0,9} = 14,6MPa$$

$$\tau_s^{Mk1} = \frac{\tau^{Mk}}{k_3} = \frac{111,6}{0,9} = 124MPa \quad (4.40)$$

Převodní součinitel k_3 jsem volil dle [2].

Výsledné napětí:

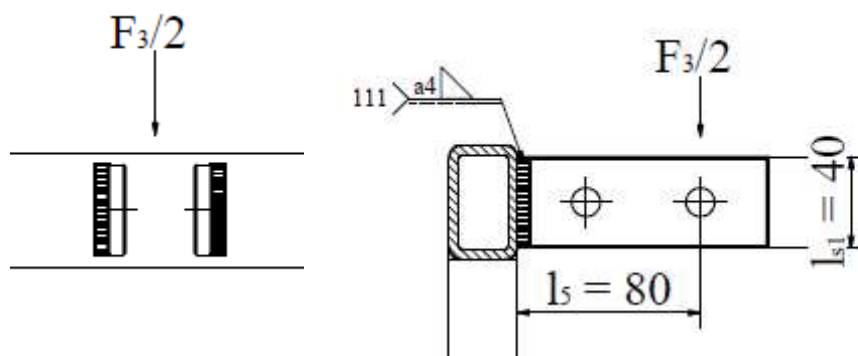
$$\tau_{vys} = \sqrt{\left(\tau_{\perp}^{F_3/2}\right)^2 + \left(\tau_s^{Mk1}\right)^2 - 2 * \tau_{\perp}^{F_3/2} * \tau_s^{Mk1} * \cos \omega}$$

$$\tau_{vys} = \sqrt{14,6^2 + 124^2 - 2 * 14,6 * 124 + \cos 135^\circ} = 134,7MPa \leq \tau_{DS} \quad (4.41)$$

$$\tau_{DS} = \beta_2 * \sigma_D = 1,15 * 222 = 255,3MPa$$

- kde β_2 dle [9] je $\beta_2 = 1,3 - 0,03 * t_4 = 1,3 - 0,03 * 5 = 1,15$

Svar pevnostně vyhovuje

Výpočet koutového svaru vnitřní nosné desky*Obr. 4.13 – Umístění koutového svaru u vnitřních desek***Výpočet napětí ve svaru:**

$$\tau_{\perp 1}^{F_3/2} = \frac{M_{oF_3/2}}{W_{osv1}} = \frac{\frac{F_3}{2} * l_5}{2 * \frac{a_6 * l_{s1}}{6}} = \frac{2297,5 * 80}{2 * \frac{4 * 40^2}{6}} = 86,2 MPa$$

$$\tau_{\parallel}^{F_3/2} = \frac{\frac{F_3}{2}}{2 * S_{sv1}} = \frac{\frac{F_3}{2}}{2 * a_6 * l_{s1}} = \frac{2297,5}{2 * 4 * 40} = 7,2 MPa$$
(4.42)

Redukované napětí:

$$\sigma_{redsv1} = \sqrt{\left(\frac{\tau_{\perp}^{F_3/2}}{k_3}\right)^2 + \left(\frac{\tau_{\parallel}^{F_3/2}}{k_4}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{86,2}{0,9}\right)^2 + \left(\frac{7,2}{0,8}\right)^2} = 96,2 MPa \leq \sigma_{D1}$$
(4.43)

$$\sigma_{D1} = \beta_3 * \sigma_D = 1,32 * 222 = 251,3 MPa$$

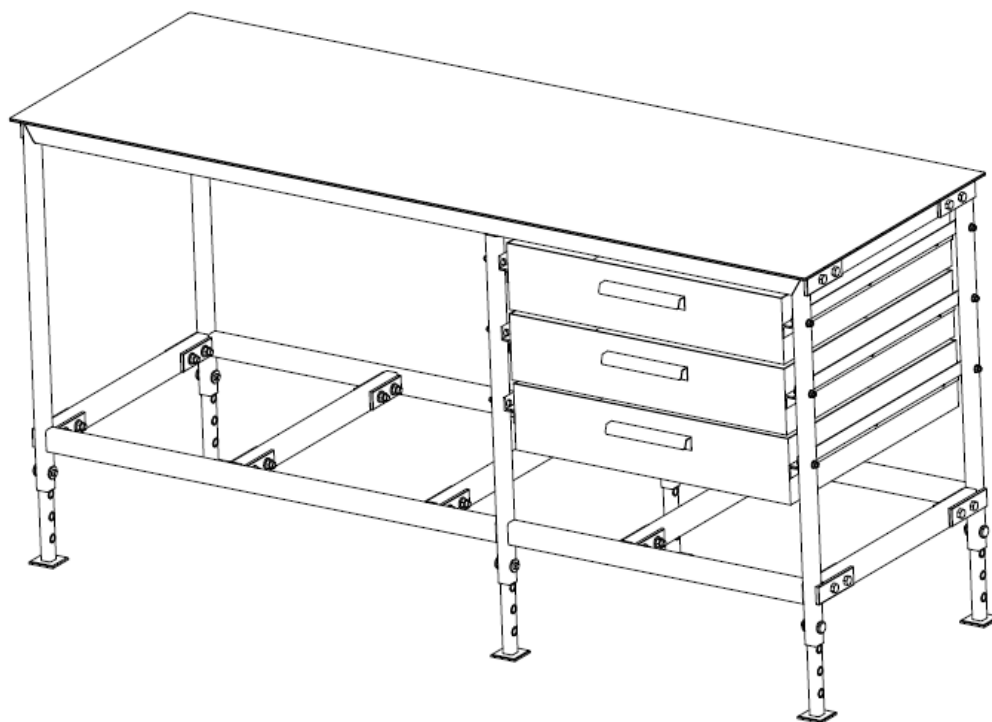
- kde β_3 dle [2] je $\beta_3 = 1,3 - 0,03 * t_6 = 1,3 - 0,03 * 5,6 = 1,32$

Svar pevnostně vyhovuje

5 ZÁVĚR

Dle zadání byl navržen montážní stůl pro použití v dílnách všeho druhu. Tento stůl je navržen pro plochu pracovní desky 2000 x 700 mm a nosnosti 450 kg. Jako nosný profil byl použit dutý profil typu Jäckl z důvodu úspory hmotnosti při zachování tuhosti celého rámu. Stůl byl navržen jako rozebíratelný pro snadnou přepravu a možností nastavení výšky stolu dle základních ergonomických pravidel pro přizpůsobení výšce pracovní obsluhy. V úvodu bylo provedeno dvojí srovnání výhod a nevýhod, z nichž byla vybrána jedna varianta řešení. V pravé části stolu jsou navrženy plechové šuplíky o síle plechu 2 mm, s nosností 20 kg k úschově náradí a pomůcek. Tuto nosnost jsem zvolil na základě porovnání rozměrů šuplíků s katalogy výrobců montážních stolů. Pod těmito šuplíky je po celé ploše stolu umístěn úložný prostor, např. pro úschovu materiálu, velkého náradí apod.

Ve výpočtové části byly zkontrolovány hlavní namáhaná místa rámu, navrženy průřezy profilů a spojovacích částí. Spojovací šrouby pro uchycení šuplíků k rámu jsem volil z vlastní zkušenosti, taktéž jiné části stolu, které nejsou podrobeny výpočtům. Stůl jako celek pevnostně vyhovuje a s ohledem na velikosti výsledných napětí usuzuji, že je stůl lehce předimenzován. Veškeré stanovené cíle bakalářské práce byly splněny.



Obr. 5.1 – Montážní stůl

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] LEINVERBER, J., VÁVRA, O. *Strojnické tabulky. 3. doplněné vydání*. Albra, 2006, ISBN 80 – 7361 – 033 – 7.
- [2] KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře: Části spojovací*. 1. vyd. Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2007. 91 s. Dotisk 1. vyd. 2008. ISBN 978 – 80 – 248 – 1290 – 8.
- [3] DEJL, Z. *Konstrukce strojů a zařízení I. Spojovací části strojů. Návrh. Výpočet*. Konstrukce. Montanex a. s. Ostrava, 2000, ISBN 80 – 7225 – 018 – 3.
- [4] MORAVEC, V., HAVLÍK, J. *Výpočty a konstrukce strojních dílů*. Skripta VŠB – TU Ostrava, 2005, ISBN 80 – 248 – 0878 – 1.
- [5] KRÍŽ, R., VÁVRA, P. *Strojnická příručka*. Praha 1993 – 1998, 8 svazků, 1. vydání.
- [6] NĚMČEK, M. *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů: Spoje*. Skripta VŠB – TU Ostrava, 2009, ISBN 978 – 80 – 248 – 1782 – 8.
- [7] ČERNOCH, S. *Strojně technická příručka. 13. upravené vydání*. SNTL, 1977.
- [8] *Ferona* [online]. 2011 [cit. 2011 – 05 – 08]. Sortimentní katalog. Dostupné z WWW: < <http://www.ferona.cz/cze/katalog> >.
- [9] *ErgoChoice* [online]. 2011 [cit. 2011 – 05 – 08]. Dostupné z WWW: < <http://www.ergochoice.com/prevence/ergonomie/> >.
- [10] *KOVO Věšín s. r. o* [online]. 2011 [cit. 2011 – 05 – 08]. Dostupné z WWW: < <http://www.kovovesin.cz/index.php?s=stoly&p=sortiment> >
- [11] *WORX Czech Republic* [online]. 2011 [cit. 2011 – 05 – 08]. Dostupné z WWW: < <http://www.worxtools.cz/Category.aspx?id=22970> >
- [12] *AcrossLine*. [online] 2011 [cit. 2011 – 05 – 08]. Dostupné z WWW: < <http://www.acrossline.cz/html/Stoly.html> >
- [13] *Nářadí HAROM* [online]. 2011 [cit. 2011 – 05 – 08]. Dostupné z WWW: < <http://www.naradi-harom.cz/truhlarske-hoblice-klasik.htm> >
- [14] *VŠEPROHOBBY.CZ, VIRTUÁLNÍ HOBBYMARKET* [online]. 2011 – 05 – 08]. Dostupné z WWW: < <http://www.vseprohobby.cz/dilenske-stoly-a-pracoviste> >
- [15] *PONGO* [online]. 2011 [cit. 2011 – 05 – 08]. Dostupné z WWW: < <http://www.pongo.cz/hrajeme-si-na-kutily> >

7 SEZNAM PŘÍLOH

Sestavný výkres	LIS141 – 0
Výrobní výkres	LIS141 – 0 – 05
CD – ROM s textem práce a výrobní dokumentací v zadaném rozsahu	